



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11085257 A**

(43) Date of publication of application: 30.03.99

(51) Int. Cl.

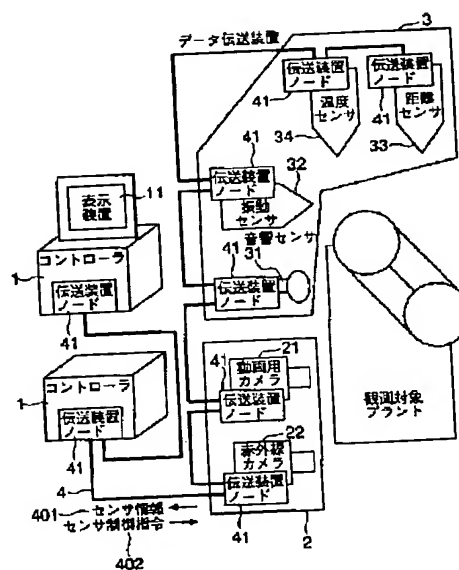
G05B 23/02(21) Application number: **09249108**(22) Date of filing: **12.09.97**(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**(72) Inventor: **SHIMOKAWA KATSUYUKI
FUWA YUTAKA**(54) **ABNORMALITY MONITORING DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device that can make an abnormality device as a whole low price.

SOLUTION: This device has a moving picture camera 21 for collecting a moving picture as a two-dimensional sensor 2 and outputting digital picture information and an infrared ray camera 22 for collecting a heat picture and outputting the digital picture information, while the moving picture camera 21 or the infrared ray camera 22 has a function to view pictures in a wide range at a time by a digital signal controllable from a controller 11, a function to magnify and view a narrow range and a function to be able to change a view point for these and a function to make an amount of picture information controllable as the necessary rises, and has an acoustic sensor 31, a vibration sensor 32, a temperature sensor 34 and a distance sensor 33 as a one-dimensional sensor 3 and monitors an abnormality from the plural picture information and plural sensor information.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-85257

(43)公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 5 B 23/02

識別記号

3 0 1

F I

G 0 5 B 23/02

3 0 1 T

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 24 頁)

(21)出願番号 特願平9-249108

(22)出願日 平成9年(1997)9月12日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 下川 勝千

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 不破 裕

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

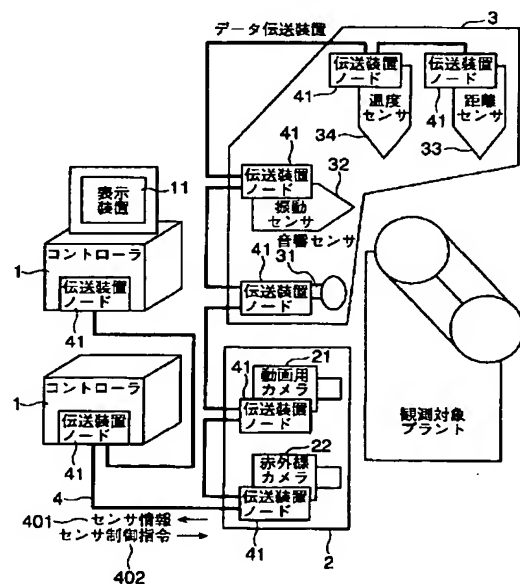
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54)【発明の名称】 異常監視装置

(57)【要約】

【課題】異常監視装置全体を低価格化にできる装置を得る。

【解決手段】二次元センサとして動画像を収集しデジタル画像情報を出力する動画用カメラ、熱画像を収集しデジタル画像情報を出力する赤外線カメラを有し、前記動画用カメラまたは前記赤外線カメラは前記コントローラから制御可能なデジタル信号により広範囲の画像を一度に見る機能と、狭い範囲を拡大して見る機能とそれら見る点を変化できる機能と、必要に応じて画像情報の量を制御可能とする機能を有し、一次元センサとして音響センサ、振動センサ、温度センサ、または距離センサを有し、複数の画像情報と複数のセンサ情報から異常を監視する異常監視装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラント等の監視対象に配置され、動画像の二次元画像を収集しデジタル二次元画像情報を出力する動画用カメラおよび前記プラントに配置され、熱画像の二次元画像を収集しデジタル二次元画像情報を出力する赤外線カメラの少なくとも一方からなる二次元センサと、

音響、音声、振動、温度、距離などの一次元センサ情報を収集しデジタル型一次元情報を出力する一次元センサと、

前記二次元画像情報と前記一次元センサ情報から前記監視対象の異常を検出するコントローラと、

前記コントローラと前記各センサの相互を結合するデジタル式のデータ伝送装置とを備え、

前記二次元センサは前記コントローラから制御可能なデジタル信号により広範囲の画像を一度に見る手段と、また狭い範囲を拡大して見る手段と、それらの見る点を変化できる手段と、さらに必要に応じて画像情報の量を制御可能とする手段を有し、複数の画像情報と複数のセンサ情報から異常を監視することを特徴とする異常監視装置。

【請求項 2】 前記データ伝送装置は、複数のノードを有し、該ノードのうち 1 つはルートとなるノードであり、

前記ルートになるノードが定期的にスタート信号を発し、

各ノードはスタート信号を受信すると優先度に応じて送信権を得て画像情報または一次元センサ情報をブロードキャスト伝送し、

これら情報は同一時間性を保持し、

一方スタート信号の間で時間前記情報の伝送に空き時間がある場合は任意のノード間の 1 対 1 のメッセージ伝送を可能とすることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 3】 前記データ伝送装置は、電源投入時、センサを接続または切り離れた時、または伝送線路を変更した時に自動的に構成を認識・設定し、各伝送装置ノードの初期設定を行うプラグアンドプレイ手段を有することを特徴とした請求項 2 記載の異常監視装置。

【請求項 4】 画像情報または一次元センサ情報にタイムスタンプ情報を付加して精度のよい同時性を有することを特徴とした請求項 2 記載の異常監視装置。

【請求項 5】 前記コントローラに前記カメラが観測する点を表示可能な画像表示装置を有するものであり、該画像表示装置に表示されるカメラ画像の任意の点を指定できる手段を持ち、その指定点にカメラのズーム及びパン・チルトにより詳細な異常監視を可能としたことを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 6】 前記一次元センサは、少なくとも測定サンプリング周波数と、折り返し誤差防止フィルタと、増

幅度を制御可能であることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 7】 前記コントローラを複数個を備える場合であって、これらを前記データ伝送装置を介して接続し、前記各コントローラは各センサ情報を共有し、かつ異常判定手段を分担することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 8】 前記一次元センサは、複数のセンサからなり、音響信号或いは振動信号を受信し、該受信波形の遅れと、音響信号或いは振動信号の強度から音響源或いは振動源を推定することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 9】 前記カメラに複数の音響センサを取り付け、該カメラの観測位置と同じ点で音響を測定可能とし、音響の発生位置を特定できることを特徴とした請求項 8 記載の異常監視装置。

【請求項 10】 前記カメラに非接触温度センサを取り付け、前記カメラの観測位置と同じ点の温度が測定可能であることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 11】 前記カメラから得られる色情報から前記非接触温度センサの温度補正を行うことを特徴とした請求項 10 記載の異常監視装置。

【請求項 12】 前記カメラに非接触振動センサを取り付け、前記カメラの観測位置と同じ点の振動が測定可能であることを特徴とした請求項 10 記載の異常監視装置。

【請求項 13】 前記非接触振動センサは、

レーザ光を発射するレーザ光源と、

前記レーザ光源とその光周波数が一定量異なる光を発生する参照光装置と、

前記監視対象から反射して戻った前記レーザ光と前記参照光とを混合して受光する受光部と、

前記受光部より周波数変調された振動により発生したドップラ信号から測定部の振動速度を検出する非接触振動センサを有することを特徴とした請求項 12 記載の異常監視装置。

【請求項 14】 前記カメラに非接触距離センサを取り付け、前記カメラの観測位置と同じ点までの距離が測定可能であることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 15】 前記非接触距離センサは、

光周波数が周期的に変化するレーザ光を発射するレーザ光源と、

前記レーザ光源が発する光の一部と監視対象から反射して戻ったレーザ光とを混合する受光部とを備え、

前記非接触距離センサは前記受光部より距離に比例した周波数を検出することを特徴とした請求項 14 記載の異常監視装置。

【請求項 16】 前記非接触距離センサは、

ある周波数で強度変調した光を発射する光源と、

前記周波数と一定量異なる周波数で強度変調した参照光を発する参照光装置と、
前記参照光と前記監視対象から反射して戻った光との両者を受光する受光部と、
前記受光部の電気信号出力を自乗し前記の一定量の周波数を抽出し、基準となる位相との位相変化から距離を検出する非接触距離センサを有することを特徴とした請求項 14 記載の異常監視装置。

【請求項 17】 予め定められたメニューを表示し、前記メニューは多段の深さを持ち、前記メニューから処理方法をマウス等の第 1 の入力装置で選択できるようにし、前記メニューにある設定値はキーボードやマウス等の第 2 の入力装置で指定できるようにプログラムし、さらに選択または指定した処理内容が前記コントローラで処理されることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 18】 選択したセンサ情報と異常判定結果と時間を記憶する手段を有することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 19】 常時一定期間のセンサ情報と時間を繰り返し記憶する第 1 の記憶装置と、
異常判定時に前記第 1 の記憶装置に記憶されている異常判定前後のセンサ情報と時間を記憶する第 2 の記憶装置を有し、
異常を判定した前後のセンサ情報と時間を記憶する手段を有することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 20】 センサ情報からの異常判定した数値を統計的に整理し、操作員の異常判定を付加して、異常判定すべき条件または処理内容を自動的に変更する手段を有することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 21】 デジタル型センサ情報を受信しセンサを制御する第 1 のデータ伝送装置と、
この第 1 のデータ伝送装置以外に前記コントローラが外部信号を受信する第 2 のデータ伝送装置を有し、外部信号を判定条件に付加し、また外部信号により判定を起動する条件とすることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【請求項 22】 前記コントローラは監視対象を順次巡視するモードと、前記監視対象の選択したセンサ情報のみを高速に判定するモードを切り替えて使用することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は一般産業や電力産業などのプラント等の監視対象における異常監視を行う異常監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、画像を使用した異常監視装置は作られてきたが、画像による異常監視を行う装置と、その

他の音や振動などによる異常監視を行う装置は別々に存在し、画像による異常監視装置と、その他による異常監視装置を結合して総合判断を加える装置がほとんどであった。

【0003】 画像については固定焦点・固定倍率のカメラがほとんどであり、ズームなどが必要な場合は倍率を変えた複数のカメラで構成していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の異常監視装置には以下の欠点があった。

【0005】 (1) 複数の点を見るのに十分な画像を得るには観測点分の台数のカメラが必要であった。

【0006】 (2) 測定点が予め決められており自由度がなかった。

【0007】 (3) ズーム機能はカメラに搭載されていたが、コントローラから制御がオンラインでは不可能であった。

【0008】 焦点合わせや絞りの調整も一度セットすると変更が困難であった。

【0009】 (4) 画像が NTSC や PAL などの放送用の規格により出されるので、画像の更新周期および画像サイズが一定であり、必要に応じて画像の更新周期を最適化したり、情報量を加減することができず、最大の情報量に対応したコントローラの処理速度が必要になり、コントローラおよび伝送装置の構成上不経済であった。

【0010】 (5) 異常監視に用いられる伝送装置では、アナログ情報をそのまま伝送するか、ケーブルテレビジョンの伝送路にアナログ情報を周波数多重を用いて伝送するため、情報の劣化があった。

【0011】 (6) 監視のためのセンサ情報が画像および音のみであり、温度や振動などを一緒にとることができず、異常診断の内容が不十分であった。

【0012】 (7) 異常状態の判定基準を作るためのデータを収集する手段がなく、判定が難しく、正常な時に異常であると誤警報を発生したり、異常な時に警報をまったく発生しないなどの判定が不確実なものになりやすかった。

【0013】 (8) ユーザが監視条件や監視点の設定が容易にできず、設備の変更への対応が難しかったり、監視精度の向上をすることができなかった。

【0014】 (9) 従来の方法では高周波のセンサ情報は劣化なくコントローラに伝えることが困難であった。

【0015】 (10) 異常監視装置全体の価格が高価であった。

【0016】 本発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、異常監視装置全体を低価格化でき、複数の点を少台数のカメラで自由度をもって監視することができ、また情報の劣化なく高速画像情報を伝送することができ、さ

らに画像、音、温度、振動などを多種のものを統一して利用し異常診断の精度を上げることができ、監視条件や監視点の設定が容易化し、設備の変更への対応や、監視精度の向上を図ることができる異常監視装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、請求項1に対応する発明は、プラント等の監視対象に配置され、動画像の二次元画像を収集しデジタル二次元画像情報を出力する動画用カメラおよび前記プラントに配置され、熱画像の二次元画像を収集しデジタル二次元画像情報を出力する赤外線カメラの少なくとも一方からなる二次元センサと、音響、音声、振動、温度、距離などの一次元センサ情報を収集しデジタル型一次元情報を出力する一次元センサと、前記二次元画像情報と前記一次元センサ情報から前記監視対象の異常を検出するコントローラと、前記コントローラと前記各センサの相互を結合するデジタル式のデータ伝送装置とを備え、前記二次元センサは前記コントローラから制御可能なデジタル信号により広範囲の画像を一度に見る手段と、また狭い範囲を拡大して見る手段と、それらの見る点を変化できる手段と、さらに必要に応じて画像情報の量を制御可能とする手段を有し、複数の画像情報と複数のセンサ情報から異常を監視することを特徴とする異常監視装置である。

【0018】請求項1に対応する発明によれば、二次元センサで二次元画像情報を収集し、一次元センサで一次元センサ情報を収集し、デジタル式のデータ伝送装置でセンサ情報をコントローラに伝送し、コントローラで二次元画像情報と一次元センサ情報から異常を検出し、カメラについてコントローラから制御により広範囲の画像を一度に見る手段と、狭い範囲を拡大して見る手段と見る点を変化できる手段と、必要に応じて画像情報の量を制御可能とする手段により、広範囲の粗測定と狭い範囲を拡大した精測定を同一のカメラで実現でき、かつ画像情報の量を制御により適切な画像精度で異常監視を行うことができる。

【0019】前記目的を達成するため、請求項2に対応する発明は、前記データ伝送装置として、複数のノードを有し、該ノードのうち1つはルートとなるノードであり、前記ルートになるノードが定期的にスタート信号を發し、ノードはスタート信号を受信すると優先度に応じて送信権を得て画像情報または一次元センサ情報をブロードキャスト伝送し、これら情報は同一時間性を保持し、一方スタート信号の間で時間前記情報の伝送に空き時間がある場合は任意のノード間の1対1のメッセージ伝送を可能とすることを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。請求項2に対応する発明によれば、伝送装置のノードはスタート信号を受信すると優先度に応じて送信権を得て画像情報または一次元センサ情報をブ

ロードキャスト伝送し、これら情報は同一時間性を保持し、一方スタート信号の間で時間前記情報の伝送に空き時間がある場合は任意のノード間の1対1のメッセージ伝送を可能とすることができる。

【0020】前記目的を達成するため、請求項3に対応する発明は、前記データ伝送装置が、電源投入時、センサを接続または切り離れた時、または伝送線路をを変更した時に自動的に構成を認識・設定し、各伝送装置ノードの初期設定を行うプラグアンドプレイ手段を有することを特徴とした請求項2記載の異常監視装置である。

【0021】請求項3に対応する発明によれば、プラグアンドプレイ手段により、電源投入時、センサを接続または切り離れた時、または伝送線路をを変更した時に自動的に構成を認識・設定し各伝送装置ノードの初期設定をおこなうことができる。

【0022】前記目的を達成するため、請求項4に対応する発明は、画像情報または一次元センサ情報にタイムスタンプ情報を付加して精度のよい同時性を有することを特徴とした請求項2記載の異常監視装置である。

【0023】請求項4に対応する発明によれば、センサ情報にタイムスタンプ情報を付加して精度のよい同時性を得ることができる。

【0024】前記目的を達成するため、請求項5に対応する発明は、前記コントローラに前記カメラが観測する点を表示可能な画像表示装置を有するものであり、該画像表示装置に表示されるカメラ画像の任意の点を指定できる手段を持ち、その指定点にカメラのズーム及びパン・チルトにより詳細な異常監視を可能としたことを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。

【0025】請求項5に対応する発明によれば、ズーム及びパン・チルトにより詳細な異常監視が可能となる。

【0026】前記目的を達成するため、請求項6に対応する発明は、前記一次元センサが、少なくとも測定サンプリング周波数と、折り返し誤差防止フィルタと、増幅度を制御可能であることを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。

【0027】請求項6に対応する発明によれば、適切な精度の一次元センサ情報を用いた異常監視をおこなうことができる。

【0028】前記目的を達成するため、請求項7に対応する発明は、前記コントローラを複数個を備える場合であって、これらを前記データ伝送装置を介して接続し、前記各コントローラは各センサ情報を共有し、かつ異常判定手段を分担することを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。

【0029】請求項7に対応する発明によれば、複数のコントローラで異常判定を分担して要求時間内に異常監視結果を得ることが可能となる。

【0030】前記目的を達成するため、請求項8に対応する発明は、前記一次元センサが、複数のセンサからな

10

20

30

40

50

り、音響信号或いは振動信号を受信し、該受信波形の遅れと、音響信号或いは振動信号の強度から音響源或いは振動源を推定することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置である。

【0031】請求項 8 に対応する発明によれば、音響信号或いは振動信号の受信波形の遅れと、音響信号或いは振動信号の強度から音響源或いは振動源を推定することができる。

【0032】前記目的を達成するため、請求項 9 に対応する発明は、前記カメラに複数の音響センサを取り付け、該カメラの観測位置と同じ点で音響を測定可能とし、音響の発生位置を特定できることを特徴とした請求項 8 記載の異常監視装置である。請求項 9 に対応する発明によれば、カメラの観測位置と同じ音響を測定可能で、音響の発生位置を特定することができる。

【0033】前記目的を達成するため、請求項 10 に対応する発明は、前記カメラに非接触温度センサを取り付け、前記カメラの観測位置と同じ点の温度が測定可能であることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置である。

【0034】請求項 10 に対応する発明によれば、カメラの観測位置と同じ点の温度を測定できる。

【0035】前記目的を達成するため、請求項 11 に対応する発明は、前記カメラから得られる色情報から前記非接触温度センサの温度補正を行うことを特徴とした請求項 10 記載の異常監視装置である。

【0036】請求項 11 に対応する発明によれば、非接触温度センサの温度出力を監視対象の色に応じた色補正が行える。

【0037】前記目的を達成するため、請求項 12 に対応する発明は、前記カメラに非接触振動センサを取り付け、前記カメラの観測位置と同じ点の振動が測定可能であることを特徴とした請求項 10 記載の異常監視装置である。

【0038】請求項 12 に対応する発明によれば、カメラの観測位置と同じ点の振動を測定することができる。

【0039】前記目的を達成するため、請求項 13 に対応する発明は、前記非接触振動センサが、レーザ光を発射するレーザ光源と、前記レーザ光源とその光周波数が一定量異なる光を発生する参照光装置と、前記監視対象から反射して戻った前記レーザ光と前記参照光とを混合して受光する受光部と、前記受光部より周波数変調された振動により発生したドップラ信号から測定部の振動速度を検出する非接触振動センサを有することを特徴とした請求項 12 記載の異常監視装置である。

【0040】請求項 13 に対応する発明によれば、受光した周波数変調された振動により発生したドップラ信号から振動を検出することができる。

【0041】前記目的を達成するため、請求項 14 に対応する発明は、前記カメラに非接触距離センサを取り付

け、前記カメラの観測位置と同じ点までの距離が測定可能であることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置である。

【0042】請求項 14 に対応する発明によれば、カメラの観測位置と同じ点までの距離を測定することができる。

【0043】前記目的を達成するため、請求項 15 に対応する発明は、前記非接触距離センサが、光周波数が周期的に変化するレーザ光を発射するレーザ光源と、前記レーザ光源が発する光の一部と監視対象から反射して戻ったレーザ光とを混合する受光部とを備え、前記非接触距離センサは前記受光部より距離に比例した周波数を検出することを特徴とした請求項 14 記載の異常監視装置である。

【0044】請求項 15 に対応する発明によれば、検出した周波数から距離を測定することができる。

【0045】前記目的を達成するため、請求項 16 に対応する発明は、前記非接触距離センサが、ある周波数で強度変調した光を発射する光源と、前記周波数と一定量異なる周波数で強度変調した参照光を発する参照光装置と、前記参照光と前記監視対象から反射して戻った光との両者を受光する受光部と、前記受光部の電気信号出力を自乗し前記の一定量の周波数を抽出し、基準となる位相との位相変化から距離を検出する非接触距離センサを有することを特徴とした請求項 14 記載の異常監視装置である。

【0046】請求項 16 に対応する発明によれば、基準とする位相との位相変化から距離を検出することができる。

【0047】前記目的を達成するため、請求項 17 に対応する発明は、予め定められたメニューを表示し、前記メニューは多段の深さを持ち、前記メニューから処理方法をマウス等の第 1 の入力装置で選択できるようにし、前記メニューにある設定値はキーボードやマウス等の第 2 の入力装置で指定できるようにプログラムし、さらに選択または指定した処理内容が前記コントローラで処理されることを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置である。

【0048】請求項 17 に対応する発明によれば、選択または指定した処理内容をコントローラで処理することができる。

【0049】前記目的を達成するため、請求項 18 に対応する発明は、選択したセンサ情報と異常判定結果と時間を記憶する手段を有することを特徴とした請求項 1 記載の異常監視装置である。

【0050】請求項 18 に対応する発明によれば、異常判定の妥当性の確認やチューニングに使用することができる。

【0051】前記目的を達成するため、請求項 19 に対応する発明は、常時一定期間のセンサ情報と時間を繰り

10

20

30

40

50

返し記憶する第1の記憶装置と、異常判定時に前記第1の記憶装置に記憶されている異常判定前後のセンサ情報と時間を記憶する第2の記憶装置を有し、異常を判定した前後のセンサ情報と時間を記憶する手段を有することを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。

【0052】請求項19に対応する発明によれば、異常判定の妥当性の確認やチューニングに使用することができる。

【0053】前記目的を達成するため、請求項20に対応する発明は、センサ情報からの異常判定した数値を統計的に整理し、操作員の異常判定を付加して、異常判定すべき条件または処理内容を自動的に変更する手段を有することを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。

【0054】請求項20に対応する発明によれば、異常判定すべき条件または処理内容を自動的に変更し異常監視の最適化を行うことができる。

【0055】前記目的を達成するため、請求項21に対応する発明は、デジタル型センサ情報を受信しセンサを制御する第1のデータ伝送装置と、この第1のデータ伝送装置以外に前記コントローラが外部信号を受信する第2のデータ伝送装置を有し、外部信号を判定条件に付加し、また外部信号により判定を起動する条件とすることを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。

【0056】請求項21に対応する発明によれば、外部信号に従って判定条件を変更または判定を起動し、外部状態に応じた異常判定を行うことができる。

【0057】前記目的を達成するため、請求項22に対応する発明は、前記コントローラは監視対象を順次巡視するモードと、前記監視対象の選択したセンサ情報のみを高速に判定するモードを切り替えて使用することを特徴とした請求項1記載の異常監視装置である。

【0058】請求項22に対応する発明によれば、常時監視を行い、これを切り替えて同一のコントローラで多くの監視対象を異常監視することができる。

【0059】請求項1～22のいずれかに対応する発明によれば、異常監視装置全体を低価格化でき、あわせて次のような効果が得られる。

【0060】(1) 複数の点を少台数のカメラで自由度をもって監視する。

【0061】ズームや焦点合わせ、絞り調整も自由にコントローラが制御する。

【0062】また必要に応じて画像の更新周期を最適化したり、情報量を加減することができるようにする。

【0063】(2) 異常監視に用いられる伝送装置では、情報の劣化なく高速かつ安価に画像情報を伝送する。

【0064】(3) 監視のためのセンサ情報として画像、音、温度、振動などを多種のものを統一して利用し異常診断の精度を上げる。

【0065】(4) 異常状態の判定基準を作るためのデータを収集する手段を提供し、設定を容易にする。

【0066】(5) ユーザによる監視条件や監視点の設定が容易化し、設備の変更への対応や、監視精度の向上を可能とする。

【0067】(6) 高周波のセンサ情報を劣化なくコントローラに伝送する。

【0068】非接触振動センサは、光源から測定対象にレーザ光を照射し、参照光装置で光源とその光周波数が一定量異なる光を発生し、受光部でレーザ光と参照光とを混合して受光し、ドップラ信号から測定部の振動速度を検出する手段により受光した周波数変調された振動により発生したドップラ信号から振動を検出する。

【0069】本発明の距離センサの作用は、カメラに非接触距離センサを取り付ける手段によりカメラの観測位置と同じ点までの距離を測定する。

【0070】非接触距離センサは、光源から光周波数が周期的に変化するレーザ光を発射し、受光部で光源が発する光の一部と測定対象から反射して戻ったレーザ光とを混合して受光し、距離に比例した周波数を検出する手段により検出した周波数から距離を測定する。

【0071】あるいは、光源である周波数で強度変調した光を発射し、参照光装置で一定量異なる周波数で強度変調した光を発し、受光部で参照光と測定対象から反射して戻った光との両者を受光し、受光部の電気信号出力を自乗し一定量の周波数を抽出し基準となる位相との位相変化から距離を検出する手段で基準とする位相との位相変化から距離を検出する。

【0072】本発明のコントローラの作用は予め定められた多段の深さを持つメニューを表示し、マウスなどの第1の入力装置により処理方法を選択し、キーボードやマウスなどの第2の入力装置で設定値を指定し、選択または指定した処理内容がコントローラで処理される手段により選択または指定した処理内容をコントローラで処理する。

【0073】選択したセンサ情報と異常判定結果と時間を記憶する手段により常時、選択したセンサ情報と異常判定結果と時間が記憶され、異常検出後に記憶された情報を再生することにより、異常判定の妥当性の確認やチューニングに使用する第1の記憶手段により常時一定期間のセンサ情報と時間を繰り返し一時的に記憶し、異常判定時に第2の記憶手段に、第1の記憶手段に記憶された異常判定前後のセンサ情報と時間を記憶することにより、異常を判定した前後のセンサ情報と時間を記憶し、記憶された情報を再生することにより、異常判定の妥当性の確認やチューニングに使用する。

【0074】センサ情報からの異常判定した数値を統計的に整理し、操作員の異常判定を付加して、異常判定すべき条件または処理内容を自動的に変更する手段により、異常判定時のセンサ情報数値を統計的処理し、操作

員の異常判定を付加し、異常判定すべき条件または処理内容を自動的に変更し異常監視の最適化を行う。

【0075】第1の伝送装置によりセンサ情報受信やセンサ制御送信を行い、第2の伝送装置によりコントローラが外部信号を受信し、外部信号を判定条件に付加し、また外部信号により判定を起動する条件とする手段により外部信号に従って判定条件を変更または判定を起動し、外部状態に応じた異常判定を行う。

【0076】監視対象を順次巡視するモードと、監視対象の選択したセンサ情報のみを高速に判定するモードを切り替えて使用する手段により、大部分の監視対象については順次巡視で比較的長周期で順番に監視し、常時監視が必要な少数の監視対象については高速に判定するモードにより常時監視を行い、これを切り替えて同一のコントローラで多くの監視対象を異常監視する。

【0077】

【発明の実施の形態】

<第1実施形態>

（第1実施形態の構成）本発明の異常監視装置の実施形態を図1に示す。

【0078】図1では、プラントに配置されたデジタル型の二次元センサ2として動画用カメラ21または赤外線カメラ22が複数配置され、デジタル型の一次元センサ3として音響センサ31、振動センサ32、距離センサ33、または温度センサ34が配置される。センサを制御しセンサ情報により異常監視を行うコントローラ1は1台または複数配置される。

【0079】これらのコントローラ1、二次元センサ2、一次元センサ3の相互はデータ伝送装置4で結合される。データ伝送装置4としては、IEEE1394規格の伝送装置などが使用される。各コントローラ1、各二次元センサ2、各一次元センサ3には伝送装置ノード41が搭載される。そのうち1つのノードだけが、後述するルートとなるノード42となる。

【0080】データ伝送装置4上には、各二次元センサ2および各一次元センサ3から各コントローラ1にセンサ情報401が伝送され、各コントローラ1から各二次元センサ2および各一次元センサ3にセンサ制御指令402が伝送される。

【0081】本発明のデータ伝送装置ノード41の内部構成を図2に示す。

【0082】伝送装置ノード41は、インタフェース410を介してネットワーク構成を自動的に認識・設定するプラグアンドプレイ手段（機能）411を有する。また、伝送装置ノード41は、インタフェース410を介してセンサ情報にタイムスタンプ情報を付加する手段（機能）412を有している。

【0083】二次元センサ2はデータ伝送装置4を介して伝送されるコントローラ1の制御デジタル信号により広範囲の画像と一度に見る手段（機能）と狭い範囲を

拡大して見る手段（機能）とそれらを見る点を変化できる手段（機能）、必要に応じて画像情報の量を制御可能とする手段（機能）が搭載される。

【0084】これらの手段（機能）の詳細を図3に示す。コントローラ1の持つ画像表示装置11（後述する図18、図19に記載）すると、画像表示装置11上で二次元センサ画像の任意の点を指定できる手段（機能）111と、コントローラ1から制御される二次元センサ2のズーム201およびパン・チルト手段（機能）202より構成される。

【0085】一次元センサ3は図4に示すように、データ伝送装置4を介して伝送されるコントローラ1の制御デジタル信号、センシング回路300により増幅器301の増幅度、折り返し誤差防止フィルタ302、サンプリング回路303の測定サンプリング周波数などを制御する制御手段（機能）304を持つ。

【0086】（第1実施形態の作用）本発明の実施形態の作用を図1を用いて説明する。

【0087】プラントに配置された動画用カメラ21または赤外線カメラ22などのデジタル型の二次元センサ2および、音響センサ31、振動センサ32、距離センサ33、または温度センサ34などのデジタル型の一次元センサ3により採取されるセンサ情報401はデータ伝送装置4を使用して全コントローラ1に伝送される。

【0088】コントローラ1ではセンサ情報を処理して異常を検出する。

【0089】またコントローラ1から各二次元センサ2および各一次元センサ3にセンサ制御指令402がデータ伝送装置4を使用して伝送される。

【0090】各コントローラ1は必要に応じて任意の二次元センサ2または一次元センサ3に対してセンサ制御指令402をデータ伝送装置4を使用して送信する。

【0091】データ伝送装置4で使用する伝送フォーマットには以下のフィールドを持つ。

【0092】センサ情報401では、ヘッダ部にデータ長、チャンネル番号（各々のセンサを区別する）、伝送コード（センサ情報であることを示すコード）、データブロック番号、ヘッダ部のエラー検出コードデータ部にタイムスタンプ、データ、データ部のエラー検出コードのフィールドを持つ。IEEE1394規格による場合、センサ情報であることを示す伝送コードとしてアイソクロナス伝送コードが指定される。

【0093】センサが赤外線カメラ22または白黒の動画用カメラ21の場合はデータは画面のラスタスキャンの順にデータフィールドに格納される。

【0094】カラーの動画用カメラ21の場合は、RGB形式とYUV形式が使用できRGB形式の場合は赤、緑、青の色成分が順番にラスタスキャンの順にデータフィールドに格納される。YUV形式では色成分の割合に

応じて、輝度Yと色信号UVが交互にラスタスキャンの順にデータフィールドに格納される。

【0095】センサが一次元センサ3の場合はセンサデータの順にデータフィールドに格納される。

【0096】データサイズが大きい場合、センサデータは分割して伝送される。また時分割で各センサのデータが伝送される。このため、受信したコントローラ1では、チャンネル番号を使用してセンサを区別し、データブロック番号を使用してデータを並べ直して、センサ情報を再現し、異常監視に使用する。

【0097】センサ制御指令402ではヘッダ部に送り先ノードID、送り元ノードID、送り先ノード内アドレス、伝送コード、データ長(4バイト固定長パケットおよびデータが無いパケットでは省略)、優先順位、トランザクションラベル、再送ステータス、ヘッダのエラー検出コードがある。データを伝送するパケットではデータ部はデータ、データ部のエラー検出コードがある。

【0098】伝送コードとしては4バイト固定長読み出し要求、4バイト固定長読み出し応答、可変長読み出し要求、可変長読み出し応答、4バイト固定長書き込み要求、可変長書き込み要求、書き込み応答などがある。

【0099】センサ制御指令はセンサの種類に応じて定められた送り先ノード内アドレスに設定値を4バイト固定長書き込みまたは可変長書き込みで書き込むことにより行われる。

【0100】また、センサの種類に応じて定められた送り先ノード内アドレスから設定値を4バイト固定長読み出しまたは可変長読み出しすることにより現在のセンサの設定状況やステータスを読むこともできる。

【0101】センサが二次元センサの場合はフレームレート、画像のモード(白黒、YUV、RGB)、センサ情報のチャンネル番号指定、センサのオンオフ制御、単フレーム取り込み要求、明るさ、鮮やかさ、ホワイトバランス、色調、ガンマ補正、電子シャッター制御、ゲイン、絞り、焦点、ズーム、パン、チルトなどの送り先ノード内アドレスが定められる。

【0102】一次元センサの場合はデータレート、センサ情報のチャンネル番号指定、センサのオンオフ制御、ゲイン、折り返し防止フィルタ制御、サンプリングレート制御などの送り先ノード内アドレスが定められる。

【0103】センサ情報401の伝送の作用について詳細に説明する。

【0104】センサ情報401は各センサのノード41から全部のコントローラのノードにブロードキャスト伝送でデータが転送される。すなわち、センサノードが発信したデータを全てのコントローラノードが同時に同じデータを受信する。

【0105】具体的な方法を図5を用いて説明する。データ転送装置4の各ノード41のうち1つのノードだけがルートになるノード42である。ルートになるノード

42はネットワーク構成の認識の時点で自動的に決められる。ルートになるノード42は125μsごとに定期的に全ノードに対してサイクルスタートパケット421を送信する。サイクルスタートパケット421には、ルートになるノード42が持っているサイクルタイムレジスタの値のフィールドが設けられる。サイクルタイムレジスタの値により各ノードはサイクルスタートパケットの到着が若干遅れた場合にノードの時間のずれを調整する。

10 【0106】センサ情報401を送信するノード41はサイクルスタートパケット421を受信すると、伝送路の調停を行って伝送路を確保し、センサ情報401をブロードキャストで送信する。あるノードの送信が終了すると次のノードが伝送路を確保し、センサ情報401をブロードキャストで送信する。これを全てのセンサ情報を送信するノードについて繰り返す。なお、ノードごとのセンサ情報相互の間には伝送データの衝突を回避するため短いセンサ情報間の空き時間422が存在する。

20 【0107】全てのノードがセンサ情報を一通り送信し終わるとサブアクションギャップ423というセンサ情報間の空き時間422より長い空き時間が発生し、センサ情報の伝送の終了がわかる。

【0108】サブアクションギャップ423を検出すると、各ノードは必要に応じて任意のノード間のデータ伝送を行う。センサ制御指令402は任意のノード間のデータ伝送を使用して伝送される。前のセンサ情報のデータ伝送または任意のノード間のデータ伝送のあとサブアクションギャップ423経過後にノードは伝送路の調停を行って伝送路を確保し、センサ制御指令402などを任意のノードに対して伝送する。

30 【0109】受信したノードは応答を送信したノードに対して返す。任意のノード間のデータ伝送と応答の間にはサブアクションギャップ423よりも短い空き時間(アクノリッジギャップ)が存在する。アクノリッジギャップ425は伝送データの衝突を避けるために存在し、サブアクションギャップ423よりも短いことでサブアクションギャップ423と区別できる。任意のノード間のデータ伝送では、伝送は約62μs以内に終了することが義務づけられる。これによって、センサ情報の伝送の周期性・実時間性が保証される。

40 【0110】データ伝送装置4のネットワーク構成が変更された場合の自動的に構成を認識・設定するプラグアンドプレイ手段(機能)411について作用を図6を用いて説明する。

【0111】電源投入時、センサを接続または切り離れた時、または伝送線路を変更した時に該当伝送装置ノードまたは隣接する伝送装置ノードが構成変更を検出し、データ伝送装置4の全ノード41に対してリセット信号403を送出する。

50 【0112】全伝送装置ノードは、図6に示すようにリ

セット信号403を受け取るとネットワーク構成の認識を開始する。

【0113】まず、1つの他のノードとのみ直接接続された端伝送装置ノード413が子局となり、隣接する伝送装置ノード414を親局として親子局関係を確立する。親局となったノード414は直接接続された他のノード415に対して、自ノードが子局となり、隣接する他のノードを親局として親子局関係を確立する。これをデータ伝送装置全体について繰り返し行い、全ての伝送装置ノードの親子局関係を確立する。

【0114】全ての伝送装置ノードのうち1つのノードだけが他の全てのノードに対して親局であるノードであり、このノードがルートになるノード42となる。

【0115】次に、図7に示すようにノードIDの設定を行う。全ての伝送装置ノードがバス調停を行い、バス使用権を取得したノード416がノードID=0となる。ノードID=0であるノード416は、自己のノードIDをデータ伝送装置の全てのノードに対してブロードキャスト伝送で知らせ、ノードID=0がノード416によって取得されたことを知らせる。

【0116】続いてその他の全ての伝送装置ノードがバス調停を行い、バス使用権を取得したノード417がノードID=1となる。同時にノードID=1がノード417によって取得されたことをデータ伝送装置の全てのノードに対してブロードキャスト伝送で知らせる。これを繰り返し、データ伝送装置の全てのノードに対してノードIDを順に割り当てる。

【0117】以上のプラグアンドプレイ手段(機能)はハードウェアおよびオペレーティングシステムレベルで自動的に行われ、アプリケーションソフトウェアは基本的

に再構成を考慮する必要がない。

【0118】図2に示すように伝送装置ノード41はセンサ情報にタイムスタンプ情報を付加する手段(機能)412を有する。受信した伝送装置ノードでは、途中で大きな伝送遅延が生じた場合にタイムスタンプ情報を用いて受信データを並べ替え、所望のデータを再構成する。また、データの欠落が生じた場合には、規定されたタイムスタンプ情報のデータが受信されていないことによりデータ欠落を検出する。また、欠落部を除く部分のデータについては、データを再構成する。

【0119】二次元センサ2に対するセンサ制御指令402のうちズーム、チルト・パン手段(機能)の作用について図3を用いて説明する。

【0120】コントローラ1の持つ画像表示装置11上で二次元センサ画像の任意の点を指定できる手段(機能)111により粗測定画面から注目点を選択する。この選択は画面上で操作員によって行われる方法と、コントローラ1が粗画面における異常監視結果によって自動的に行われる方法がある。

【0121】データ伝送装置4を介して伝送されるセン

サ制御指令402によって、二次元センサ2を制御し、二次元センサ2のズーム手段(機能)201およびパン・チルト手段(機能)202を所望量だけ動作させる。

【0122】動作の例を図8に示す。(a)は粗測定を行っているときの画面である。(a)でAの部分に異常候補が検出される。(b)はAを中心にパン・チルトした画面である。さらに、(c)はズームを行って得られる詳細な画像であり、該画像を用いて再度異常監視を行い、異常であるかどうかの判定を行う。

10 【0123】一次元センサ3に対する制御指令402のうち、増幅度、折り返し誤差防止フィルタ、測定サンプリング周波数などを制御する手段(機能)については図4のように、コントローラ1からデータ伝送装置4を介して伝送されるセンサ制御指令402は、一次元センサ3内部の制御手段(機能)304に伝送される。ここで受信した指令に応じて、要求された制御用にもとづいて増幅度301、折り返し誤差防止フィルタ302、測定サンプリング周波数303などを制御する。

20 【0124】(第1実施形態の効果)以上述べた第1実施形態によれば、以下のような効果が得られる。

【0125】(1)動画用カメラなどの二次元センサ2と、振動などの一次元センサ3を同一のデータ伝送装置を用いてコントローラに接続し異常監視をおこなうことにより、プラントの異常監視を二次元データと一次元データで共通の伝送装置で伝送し複合認識することによって精度良い異常監視を行うことが可能である。

【0126】(2)データ伝送装置4はセンサ情報のような大量かつリアルタイムで伝送すべきデータをサイクルスタートパケットに同期したブロードキャスト伝送でリアルタイムに伝送し、伝送装置の空き時間で1対1でセンサ制御指令などの伝送を行うことができる。

【0127】(3)データ伝送装置4の各ノードは構成を自動認識・設定するプラグアンドプレイ手段(機能)によりアプリケーションソフトウェアが意識しないでノード構成、ノードIDを設定できる。

【0128】(4)タイムスタンプ情報を付加することで、センサ情報のリアルタイム性の保証とデータ欠落の検出を行うことができる。

40 【0129】(5)本実施形態では二次元センサ2のズーム・パン・チルトにより1台の二次元センサ2で粗測定と精測定を行うことができ、また、センサ情報の量やその他のセンサ制御を行うことができるため、きめ細かい異常監視が可能となる。

【0130】＜第2の実施形態＞

(複数音響センサまたは振動センサについての実施形態の構成)図9に本発明の音響センサまたは振動センサ311による音響源或いは振動源を推定する構成を示す。音響センサまたは振動センサは複数設置する。図9では第1の音響センサ311、第2の音響センサ312、第3の音響センサ313、第4の音響センサ314、第5

17

の音響センサ315による構成をとる。

【0131】また、これらの音響センサを二次元センサ2に取り付けて設置する。

【0132】（作用）ここでは音響センサの場合について図9、図10を用いて説明する。

【0133】音源（音響源）310と第1の音響センサ311との距離を L_{ao} 、音響の伝達時間を T_{ao} 、音*

$$L_{ao} = C \cdot T_{ao}$$

$$L_{bo} = C \cdot T_{bo}$$

$$L_{co} = C \cdot T_{co}$$

$$L_{do} = C \cdot T_{do}$$

$$L_{eo} = C \cdot T_{eo}$$

（001）式が成立する。

【0134】第1の音響センサ311と第2の音響センサ312との音響時間の差を T_{ab}

第1の音響センサ311と第3の音響センサ313との音響時間の差を T_{ac}

第1の音響センサ311と第4の音響センサ314との*

$$L_{ao} = C \cdot T_{ao}$$

$$L_{bo} = C \cdot T_{ab} + C \cdot T_{ao}$$

$$L_{co} = C \cdot T_{ac} + C \cdot T_{ao}$$

$$L_{do} = C \cdot T_{ad} + C \cdot T_{ao}$$

$$L_{eo} = C \cdot T_{ae} + C \cdot T_{ao}$$

簡単のため、図10のように第1の音響センサ311の座標を（0，0，0，）

第2の音響センサ312の座標を（1，0，0，）

第3の音響センサ313の座標を（0，1，0，） ★

$$x^2 + y^2 + z^2 = C^2 T_{ao}^2$$

$$(x-1)^2 + y^2 + z^2 = C^2 (T_{ab} + T_{ao})^2$$

$$x^2 + (y-1)^2 + z^2 = C^2 (T_{ac} + T_{ao})^2 \quad (003)$$

$$x^2 + y^2 + (z-1)^2 = C^2 (T_{ad} + T_{ao})^2$$

$$(x+1)^2 + y^2 + z^2 = C^2 (T_{ae} + T_{ao})^2$$

が成立するので、（003）式を解いて

$$x = (C^2 T_{ae}^2 T_{ab} - C^2 T_{ab}^3 - 2 T_{ae} l^2 + 2 T_{ab} l^2) / 4 T_{ae} l$$

$$y = (l^2 + 2 T_{ac} l^2 - C^2 T_{ab}^2 T_{ac} - C^2 T_{ac} T_{ae}^2) / 2 l$$

$$z = (l^2 + 2 T_{ad} l^2 - C^2 T_{ab}^2 T_{ad} - C^2 T_{ad} T_{ae}^2) / 2 l \quad (004)$$

となる。

【0136】次に伝播時間ではなく、音響強度を用いた実施形態の作用を説明する。

【0137】図9および図10において第1の音響センサ★

$$Q_a = \alpha L_{ao}^2$$

$$Q_b = \alpha L_{bo}^2$$

$$Q_c = \alpha L_{co}^2$$

$$Q_d = \alpha L_{do}^2$$

$$(005)$$

が成り立つ。簡単のため図10のように各音響センサの◆ ◆座標を定めると

$$x^2 + y^2 + z^2 = Q_a / \alpha$$

18

*源310と第2の音響センサ312との距離を L_{bo} 、音響の伝達時間を T_{bo} 、音源310と第3の音響センサ313との距離を L_{co} 、音響の伝達時間を T_{co} 、音源310と第4の音響センサ314との距離を L_{do} 、音響の伝達時間を T_{do} 、音源310と第5の音響センサ315との距離を L_{eo} 、音響の伝達時間を T_{eo} 、とすると、音響の伝播速度を C として

$$(001)$$

※音響時間の差を T_{ad}

第1の音響センサ311と第5の音響センサ315との音響時間の差を T_{ae}

とすると、（001）式は、次の（002）式となる。

【0135】

$$(002)$$

★第4の音響センサ314の座標を（0，0，1，）

第5の音響センサ315の座標を（-1，0，0，）と

すると、音源310の座標 x 、 y 、 z との間には

$$\begin{aligned}(x-1)^2 + y^2 + z^2 &= Qb/\alpha \\ x^2 + (y-1)^2 + z^2 &= Qc/\alpha \\ x^2 + y^2 + (z-1)^2 &= Qd/\alpha\end{aligned}\quad (006)$$

が成り立ち、この(006)式を解いて

$$\begin{aligned}x &= (\alpha l + Qa - Qb) / 2\alpha l \\ y &= (\alpha l + Qa - Qc) / 2\alpha l \\ z &= (\alpha l + Qa - Qd) / 2\alpha l\end{aligned}\quad (007)$$

となる。

【0138】いずれの方法によっても、4点または5点の音響センサを使用することで、音源310の位置を推定できる。

【0139】振動センサを使用して振動源の位置を推定する場合は、音響センサを使用して音源310の位置を推定するのと同じ数式関係が成立するので、本実施形態の作用の音響センサを振動センサと、音響源を振動源と読み替えれば、振動源の位置を推定する実施形態の作用になる。

【0140】さらに、ここで説明した複数の音響センサまたは振動センサを二次元センサ2に取り付けることによって、以下の作用を生じる。

【0141】図11に示すように、第1の音響センサまたは振動センサ311を二次元センサのパン・チルトの動きの固定点に、第2の音響センサまたは振動センサ312を二次元センサのカメラ軸上に設置する。第3～第5の音響センサ313、314、315または振動センサは図10の関係を保って図11上に設置する。

【0142】これによって、二次元センサ2の観測点方向であるカメラ軸方向を音響センサまたは振動センサのX軸方向とした相対的な位置関係が成立する。先に作用を説明したとおり、複数の音響センサまたは振動センサから音響源または振動源の位置を推定できるので二次元センサの観測点からの相対的な音響源または振動源の位置を求めることができる。

【0143】(効果)以上述べた本発明の第2の実施形態によれば、次のような効果が得られる。

【0144】(1) 4ないし5個の音響センサまたは振動センサを配置することによって、音響源または振動源309の位置を求めることができる。

【0145】(2) これらの音響センサまたは振動センサを二次元センサに取り付けることによって、二次元センサの観測点からの相対的な音響源または振動源の位置を求めることができる。

【0146】＜第3の実施形態＞

(動画用カメラに非接触温度センサを取り付けた実施形態の構成) 図12に動画用カメラ21に非接触温度センサ34を取り付けた実施形態の構成を示す。非接触温度センサ34の向きは動画用カメラ21の画像の中心方向に一致するように設置する。

【0147】(作用) 一般に異常監視において動画用カメラ21の画像の中心が観測点となるように動画用カメ

ラ21の方向をコントローラ1が調整する。動画用カメラ21に非接触温度センサ34が取り付けられているので、非接触温度センサ34は動画用カメラ21の観測点の温度を観測する。これによって、動画用カメラ21による異常監視と同時に動画用カメラ21の観測点の温度を観測する。

【0148】観測対象の二次元的な温度分布が必要な場合は、コントローラ1の指令によって動画用カメラ21をパン・チルト機能によって向きを変えて非接触温度センサ34により順次温度分布を測定する。

【0149】観測対象の照明条件が一定している条件では、非接触温度センサ34によって観測点の温度を計測すると同時に、動画用カメラ21としてカラーカメラを使用して観測点の明度および色相を観測する。赤外線黒体放射を用いた赤外線非接触温度センサでは観測対象の色が黒でない場合は、正確な温度測定には色補正が必要となる。あらかじめ、明度および色相と温度の関係を測定しておくことにより、カラーカメラ画像によって非接触温度センサ34の温度出力の色補正を行う。

【0150】(効果)以上述べた第3の実施形態によれば、次のような効果が得られる。

【0151】動画用カメラによる異常監視の観測点の温度を容易に非接触で計測することができる。これにより、動画像情報と温度情報を組み合わせて異常監視が可能となる。

【0152】赤外線カメラは高価であるが、本実施形態により安価に二次元温度分布をもとめることができる。また、非接触温度センサ34の温度出力の色補正を行うことができ、精度の良い測定が可能となる。

【0153】＜第4の実施形態＞

(二次元センサに非接触振動センサを取り付けた実施形態の構成) 図13に二次元センサ2に非接触振動センサ32を取り付けた実施形態の構成を示す。非接触振動センサ32の観測点の方向は二次元センサ2の画面の中心軸と一致するように非接触振動センサ32を設置する。

【0154】図14に図13で用いる非接触振動センサ32の内部構成を示す。図13で非接触振動センサ32は光源321、参照光装置322、受光部323、振動速度検出部324から構成される。

【0155】(作用) 一般に異常監視において二次元センサ2の画像の中心が観測点となるように二次元センサ2の方向をコントローラ1が調整する。二次元センサ2に非接触振動センサ32が取り付けられているので、非

21

接触振動センサ32は二次元センサ2の観測点の振動を観測する。これによって、二次元センサ2による異常監視と同時に二次元センサ2の観測点の振動を観測する。

【0156】観測対象の二次元的な振動分布が必要な場合は、コントローラ1の指令によって二次元センサ2をパン・チルト機能によって向きを変えて非接触振動センサ32により順次振動分布を測定する。

【0157】ここで使用する非接触振動センサ32の作用を図14を用いて説明する。

【0158】観測対象は周波数 Δf で振動している。光*10

$$\begin{aligned} f_d &= f_b - f_R \\ &= f_o \pm \Delta f - f_o + f_R \\ &= f_R \pm \Delta f \end{aligned}$$

なる関係が成り立つため、低周波数 f_d のドップラ信号を振動速度検出部324で信号処理し、定周波数 f_R 成分を差し引く処理によって観測対象の振動 Δf を検出する。また、反射光と参照光の強度を合わせることで振動の振幅も検出する。

【0161】(効果)以上述べた第4の実施形態によれば、二次元センサによる異常監視の観測点の振動を容易に非接触で計測することができる。これにより、二次元センサ情報と振動情報を組み合わせて異常監視が可能となる。

【0162】＜第5の実施形態＞

(二次元センサに非接触距離センサを取り付けた実施形態の構成)図15に二次元センサ2に非接触距離センサ33を取り付けた実施形態の構成を示す。非接触距離センサ33の観測点の方向は二次元センサ2の画面の中心軸と一致するように非接触距離センサ33を設置する。

【0163】図16および図17に図15で用いる非接触距離センサ33の内部構成を示す。図15では光源331、受光部333、高周波検出部334で構成される。図16では光源331、参照光装置332、受光部*

$$f(t) = f_o + \Delta f \cdot t / T$$

が成立するものとする。非接触距離センサ33から観測対象までの距離を L 、光速度を c とする。光源331から発射したレーザ光が観測対象で反射して受光部333★

$$\Delta t = 2L / c$$

が成り立つ。

【0169】受光部333で反射光と同時に、光源33★40 数 $F(t)$ は

$$\begin{aligned} F(t) &= f(t) - f(t - \Delta t) \\ &= f_o + \Delta f \cdot (t / T) - f_o - \Delta f \cdot (t - \Delta t) / T \\ &= \Delta f \cdot \Delta t / T \end{aligned} \quad (011)$$

が成立する。高周波検出部334では受光部の出力信号の周波数 $F(t)$ を検出し、(010)式に(011)◆

$$L = [c \cdot F(t) T] / 2 \Delta f \quad (012)$$

により、距離を検出する。

【0170】図17の構成の作用を説明する。

【0171】光源331では周波数 f_o で強度変調して光を発射し、参照光装置332では周波数 f_o と一定量

22

*源321から周波数 f_o のレーザ光を観測対象に照射すると反射光は $f_b = f_o \pm \Delta f$ の周波数分布を持つ。

【0159】参照光装置322では光源321のレーザ光と f_R だけ周波数の異なる参照光を発生する。参照光の周波数 $f_R = f_o - f_R$ が成り立つ。観測対象からの反射光と参照光を同時に受光部323で受光すると、受光部323から出力されるドップラ信号は反射光と参照光の周波数の差である $f_d = f_b - f_R$ の周波数の信号となる。

【0160】

(008)

※333、距離検出部335で構成される。

【0164】(作用)一般に異常監視において二次元センサ2の画像の中心が観測点となるように二次元センサ2の方向をコントローラ1が調整する。二次元センサ2に非接触距離センサ33が取り付けられているので、非接触距離センサ33は二次元センサ2の観測点の振動を観測する。これによって、二次元センサ2による異常監視と同時に二次元センサ2の観測点の距離を観測する。

【0165】観測対象の三次元距離画像が必要な場合は、コントローラ1の指令によって二次元センサ2をパン・チルト機能によって向きを変えて非接触距離センサ33により順次距離を測定し、三次元距離データとする。

【0166】ここで使用する非接触距離センサ33の作用を図16および図17を用いて説明する。

【0167】まず図16の構成の作用を説明する。

【0168】光源331では光周波数が周期的に変化するレーザ光を発射する。中心光周波数を f_o とし、周波数変化振幅を Δf 、変化周期を T とすると、時間を t として、光源331の光周波数 $f(t)$ は

$$(009)$$

★で受光する時、反射光は光源331のレーザ光に対して Δt の遅れを生じる。ここで

(010)

☆1のレーザ光の一部受光すると受光部の出力信号の周波

数 $F(t)$ は

$$\begin{aligned} F(t) &= f(t) - f(t - \Delta t) \\ &= f_o + \Delta f \cdot (t / T) - f_o - \Delta f \cdot (t - \Delta t) / T \\ &= \Delta f \cdot \Delta t / T \end{aligned} \quad (011)$$

◆式を代入して

$$(012)$$

Δf 異なる周波数 f_R で強度変調した光を発する。

【0172】光源331で発射する光は $A \sin(2\pi f_o t)$ の強度を、参照光装置332で発する光は $B \sin(2\pi f_R t)$ の強度を持つ。

【0173】光源331から照射され観測対象で反射して受光部333で受光される反射光は10式に示すように距離Lに比例した Δt だけ遅れを生じる。

$$G(t) = D \cdot A \sin[2\pi f_0(t - \Delta t)] + B \sin(2\pi f_r t) \quad (013)$$

となる。距離検出部335で受光部333の出力G

$$\begin{aligned} G(t)^2 &= \{D \cdot A \sin[2\pi f_0(t - \Delta t)] + B \sin(2\pi f_r t)\}^2 \\ &= (D A \sin 2\pi f_0 t \cos 2\pi f_0 \Delta t + D A \cos 2\pi f_0 t \sin 2\pi f_0 \Delta t + B \sin 2\pi f_0 t \cos 2\pi t \Delta f + B \cos 2\pi f_0 t \sin 2\pi t \Delta f)^2 \end{aligned} \quad (014)$$

となる。G(t)²の周波数 Δf の成分をバンドパスフ

$$\begin{aligned} G(t) \Delta t^2 &= D A B \cos 2\pi f_0 \Delta t \cos 2\pi t \Delta f + D A B \sin 2\pi f_0 \Delta t \sin 2\pi t \Delta f \\ &= D A B \cos(2\pi(t \Delta f - f_0 \Delta t)) \end{aligned} \quad (015)$$

となり、(015)式の位相ずれ $\theta = 2\pi f_0 \Delta t$ を検

$$L = \theta c / (4\pi f_0) \quad (016)$$

となる。

【0175】(効果) 以上述べた第5の実施形態によれば、二次元センサによる異常監視の観測点の距離を容易に非接触で計測することができる。これにより、二次元センサ情報と距離情報を組み合わせて異常監視が可能となる。特に観測対象の形状変化を容易に捉えることが可能となる。また、コントローラによって二次元センサの向きを変えることにより、三次元距離情報を容易に得ることができる。

【0176】＜第6の実施形態＞

(異常監視装置操作メニューの実施形態の構成) 図18に本発明で用いられるコントローラ1の操作部の構成を示す。

【0177】コントローラ1に接続された表示装置11、マウス等の第1の入力装置12、キーボードやマウスなどの第2の入力装置13で構成される。

【0178】(作用) 表示装置11に予め定められた操作メニューを表示する。操作メニューの例を図19に示す。図19に示すように操作メニューは多段の深さを持っている。

【0179】メニューの上位(浅い部分)は全体の操作の選択を行い、順次詳細の設定を深いメニューで行っていくツリー状の階層構造を持っている。

【0180】メニューは基本的に選択式を採用し、マウス等の第1の入力装置12を使用して選択する。異常監視する上では判定基準レベルなど設定数値を入力する必要がある。設定値については、キーボードやマウス等の第2の入力装置13を使用して、キーボードで直接数値を入力するか、マウスなどで値の増減を制御して入力する。

【0174】受光部333で反射光と参照光を混合して受光すると、反射光の減衰定数をDとして、受光部333の出力強度G(t)は

(013)

【0181】以上の操作メニューによって選択・設定された操作情報に基づいて、コントローラ1は選択または指定した処理内容を処理する。

【0182】(効果) 以上述べた第6の実施形態によれば、特に操作員がプログラムを作成しなくても、状況に応じた異常監視条件をメニュー選択によって容易に設定でき、状況に応じた異常監視を行うことができる。

【0183】＜第7の実施形態＞

(センサ情報などの記憶を付加した異常監視装置の実施形態の構成) 図20に常時センサ情報等の記憶機能を有する異常監視装置の実施形態の構成を、図21に異常判定前後のセンサ情報等の記憶機能を有する異常監視装置の実施形態の構成を示す。また、図22に記憶機能を使用し処理内容自動変更機能を有するコントローラ1の構成を示す。

【0184】図20では、コントローラ1内に記憶装置14と異常判定部15を有する。

【0185】記憶装置14は時間測定部141、常時記憶装置142、記憶制御部143で構成される。

【0186】図21では、コントローラ1内に伝送装置ノード41、記憶装置14と異常判定部15を有する。

【0187】記憶装置14は時間測定部141、記憶制御部143、定容量の第1の記憶装置144、第2の記憶装置145、で構成される。

【0188】図22では、コントローラ1内に伝送装置ノード41、記憶装置14、異常判定部15、統計処理部161、処理内容変更部162で構成される。

【0189】(作用) 図20の作用を説明する。

【0190】コントローラ1では入力されたセンサ情報を用いて異常判定部15で異常判定を行う。同時に、記

憶装置 14 内部の常時記憶装置 142 には記憶制御部 143 で選択されたセンサ情報、時間測定部 141 で測定した時間、異常判定部 15 の異常判定結果を相互に関連を持って常時記憶する。必要に応じて、センサ情報と時間とそのときの異常判定結果をリンクして取り出す。

【0191】図 21 の作用を説明する。

【0192】コントローラ 1 では入力されたセンサ情報を用いて異常判定部 15 で異常判定を行う。同時に、記憶装置 14 内部の第 1 の記憶装置 144 にセンサ情報、時間測定部 141 で測定した時間を一定時間分記憶する。第 1 の記憶装置 144 の記憶容量は有限であり、古い情報から順次新しい情報に書き換えられる。

【0193】異常判定部 15 の異常判定結果で異常検出となった場合、記憶制御部 143 は異常判定結果、時間測定部 141 で測定した時間、第 1 の記憶装置 144 の記憶内容を第 2 の記憶装置 145 にコピーする。第 2 の記憶装置 145 には異常検出時の情報のみが記憶される。必要に応じて、センサ情報と時間とそのときの異常判定結果をリンクして取り出す。

【0194】図 22 の作用は、コントローラ 1 内の異常判定部 15 で異常検出がされた後で、図 20 または図 21 で説明した記憶装置 14 に記憶されたセンサ情報からの数値を、統計処理部 161 で統計的に整理する。同時に操作員の異常判定を入力装置 12 を使用して入力し、統計処理したセンサ情報と操作員の異常判定を処理内容変更部 162 で変更する。異常判定部 15 の判定結果と操作員の異常判定が一致する場合は判定条件を統計処理したセンサ情報に微小量近づけ、不一致の場合は操作員の異常判定が正しいものとして判定条件を統計処理したセンサ情報から微小量離す処理を行う。

【0195】この処理結果である判定条件を異常判定部 15 に与え、以降の異常判定処理内容を自動的に変更する。

【0196】（効果）以上述べた第 7 の実施形態によれば、コントローラ 1 内部にセンサ情報と時間と異常判定結果を記憶するため、後刻異常判定結果の確認が可能となる。また、記憶した異常判定結果と運転員の異常判定から判定条件を自動的に調整・変更することが可能となる。

【0197】＜第 8 の実施形態＞

（外部信号を使用した異常監視装置の実施形態の構成）図 23 に外部信号を使用した異常監視装置の実施形態の構成を示す。

【0198】図 23 ではデジタル型センサ情報を受信しセンサを制御するデータ伝送装置 4 と伝送装置ノード 41 のほかに、コントローラ 1 内に第 2 の伝送装置 5、異常判定部 15、判定起動部 17 により構成される。

【0199】（作用）図 23 のデータ伝送装置 4 および伝送装置ノード 41 は、これまで述べてきたようにデジタル型センサ情報を受信したセンサを制御する。

【0200】コントローラ 1 にはこの他に、第 2 の伝送装置 5 を有し、外部信号を受信する。

【0201】外部信号は観測対象であるプラントの任意の機器から発せられ、プラントの特定の状態を示す。例えば、定期的に蒸気を放出するプラントにおいて蒸気放出が終了し蒸気漏れ検出が必要であることを示す。

【0202】第 2 の伝送装置 5 で受信した外部信号は判定起動部 17 に伝えられ、判定起動部 17 は外部信号をもとに異常判定部 15 に異常判定の開始を指示する。また、外部信号は異常判定部 15 にも伝えられ、異常判定部 15 における判定条件に付加する。

【0203】例えば、前記の蒸気漏れ検出の場合、蒸気放出が終了した外部信号が入力されない場合は、判定起動部 17 は蒸気漏れ検出を異常判定部 15 に行わせない。

【0204】また、異常判定部 15 が高温異常検出を行う場合において、蒸気放出が終了した外部信号が入力されないときは、蒸気放出中として、蒸気温度相当の観測対象の温度上昇は異常と判定しない。蒸気放出が終了した外部信号が入力された場合は蒸気温度相当の観測対象の温度上昇も機器異常と判定する。

【0205】（効果）以上述べた第 8 の実施形態によれば、外部信号により観測対象であるプラントの状態が異常監視装置に伝えられ、異常判定条件への付加または異常判定開始の条件となるため、プラントの特定の状態が、他の状態においては異常と判定されるようなケースでも、外部信号によって異常判定を制御して所望の異常判定を行うことが可能となる。これによって誤判定を避けることが可能となる。

【0206】＜第 9 の実施形態＞

（判定モード切り替えを持った異常監視装置の実施形態の構成）図 24 に判定モード切り替えを持った異常監視装置の実施形態の構成を示す。

【0207】コントローラ 1 の異常判定部 15 内部に、順次巡視モード異常判定部 151、高速判定モード異常判定部 152、切り替え部 153 により構成される。

【0208】（作用）プラントの大部分の観測対象については、数分に 1 回程度異常監視を行うことで十分な場合が多い。例えば補助系やバックアップ系の機器などは、定期的に異常監視が行われれば、異常監視頻度は余り高い必要はない。こういった観測対象についてはコントローラ 1 の異常判定部 15 内部の切り替え部 153 が、順次巡視モード異常判定部 151 を選択し、順次巡視して定期的に異常判定を行う。

【0209】一方、プラントの少数の特定の機器については常時異常判定を行う必要がある。

【0210】例えば、常に高温にさらされる部分や、常時動作を行っている部分などである。

【0211】常時異常判定を行う必要がある観測対象については切り替え部 153 が高速判定モード異常判定部

152を選択し、監視対象の選択したセンサ情報のみを高速に判定する。これによって特定の少数の対象については常時異常判定を行う。切り替え部153は高速判定モード異常判定部152の空き時間を検出し、空き時間については、順次巡視モード異常判定部151を選択してプラントの他の大多数の観測対象について、順次巡視モードで異常判定を行う。

【0212】（効果）以上述べた第9の実施形態によれば、順次巡視モードと高速判定モードを切り替えて監視を行うことで、少数のコントローラでプラントの観測対象ごとに必要とされる異常監視頻度で異常監視を行うことが可能となる。これによって必要な監視頻度を保って効率的な異常監視を行うことができる。

【0213】

【発明の効果】本発明によれば、以下のような効果が得られると共に、低価格化が可能な異常監視装置を提供できる。

【0214】（1）複数の点を少数数のカメラで自由度をもって監視する。ズームや焦点合わせ、絞り調整も自由にコントローラが制御する。また必要に応じて画像の更新周期を最適化したり、情報量を加減することできるようにする。

【0215】（2）異常監視に用いられる伝送装置では、情報の劣化なく高速かつ安価に画像情報を伝送する。

【0216】（3）監視のためのセンサ情報として画像、音、温度、振動などを多種のものを統一して利用し異常診断の精度を上げる。

【0217】（4）異常状態の判定基準を作るためのデータを収集する手段（機能）を提供し、設定を容易にする。

【0218】（5）ユーザによる監視条件や監視点の設定が容易化し、設備の変更への対応や、監視精度の向上を可能とする。

【0219】（6）高周波のセンサ情報を劣化なくコントローラに伝送する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の異常監視装置の第1の実施形態を説明するための概略構成図。

【図2】図1のデータ伝送装置のノードの内部構成図。

【図3】図1の二次元センサの内部構成図。

【図4】図1の一次元センサの内部構成図。

【図5】図1のセンサ情報の伝送について説明するための図。

【図6】図2のデータ伝送装置のプラグアンドプレイ機能の説明図。

【図7】図2のデータ伝送装置のプラグアンドプレイ機能の説明図。

【図8】図1のカメラの注目点を選択し拡大することを説明するための図。

【図9】本発明の異常監視装置の第2の実施形態を説明するためのもので音響源或いは振動源を推定する構成図。

【図10】図9により音響源或いは振動源を推定する場合の説明図。

【図11】本発明の異常監視装置の第3の実施形態を説明するためのもので図9の音響センサ或いは振動センサを二次元センサに取り付けた場合の説明図。

【図12】本発明の異常監視装置の第4の実施形態を説明するためのもので、図11の動画用カメラに非接触温度センサを取り付けた場合の構成図。

【図13】図12の二次元センサに非接触振動センサを取り付けた構成図。

【図14】図13の作用を説明するための図。

【図15】本発明の異常監視装置の第5の実施形態を説明するためのもので、二次元センサに非接触距離センサを取り付けた構成図。

【図16】図15の非接触距離センサの内部構成図。

【図17】図15の非接触距離センサの内部構成図。

【図18】本発明の異常監視装置の第5の実施形態を説明するためのもので、コントローラの操作部の構成図。

【図19】図18のコントローラの操作メニューの表示例の図。

【図20】本発明の異常監視装置の第7の実施形態を説明するためのもので、常時センサ情報等の記憶機能を有する異常監視装置の構成図。

【図21】本発明の異常監視装置の第7の実施形態の作用を説明するためのもので、異常判定前後のセンサ情報等の記憶機能を有する異常監視装置の構成図。

【図22】本発明の異常監視装置の第7の実施形態の作用を説明するための図。

【図23】本発明の異常監視装置の第8の実施形態を説明するためのもので、外部信号を使用した異常監視装置の構成図。

【図24】本発明の異常監視装置の第9の実施形態を説明するためのもので、判定モード切り替えを持った異常監視装置の構成図。

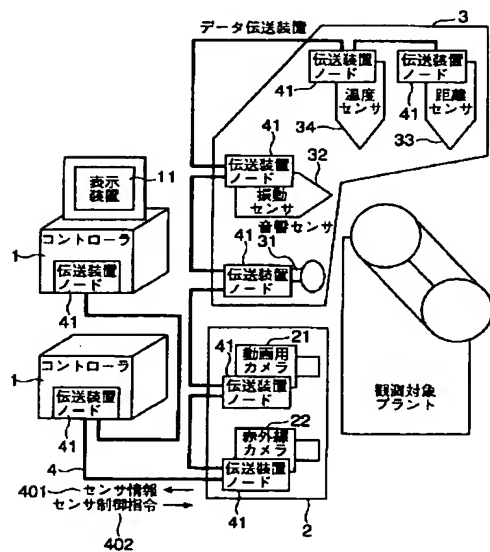
【符号の説明】

1…コントローラ、11…表示装置、12…マウス等の第1の入力装置、13…キーボードやマウス等の第2の入力装置、14…記憶装置、15…異常判定部、17…判定起動部、151…順次巡視モード異常判定部、152…高速判定モード異常判定部、153…切り替え部、161…統計処理部、162…処理内容変更部、2…二次元センサ、2.1…動画用カメラ、2.2…赤外線カメラ、3…一次元センサ、3.1…音響センサ、3.2…振動センサ、3.3…距離センサ、3.4…温度センサ、4…データ伝送装置、4.1…伝送装置ノード、4.2…ルートとなるノード、14.1…時間測定部、14.2…常時記憶装置、14.3…記憶制御部、14.4…第1の記憶装置、1

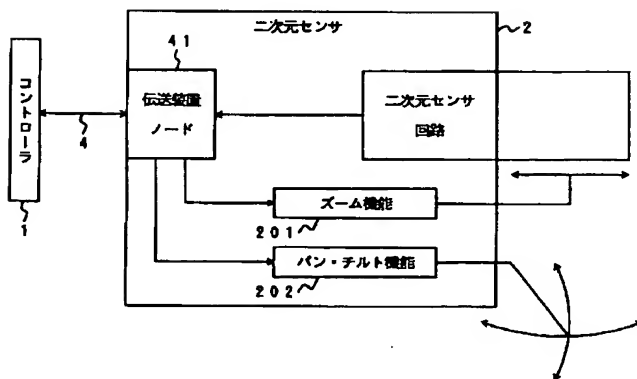
29

45…第2の記憶装置、201…ズーム手段(機能)、202…パン・チルト手段(機能)、301…増幅器、302…折り返し誤差防止フィルタ、303…サンプリング回路、304…制御手段(機能)、311…第1の音響センサ、312…第2の音響センサ、313…第3の音響センサ、314…第4の音響センサ、315…第5の音響センサ、321…光源、322…参照光装置、323…受光部、324…振動速度検出部、331…光源、332…参照光装置、333…受光部、334…周

【図1】



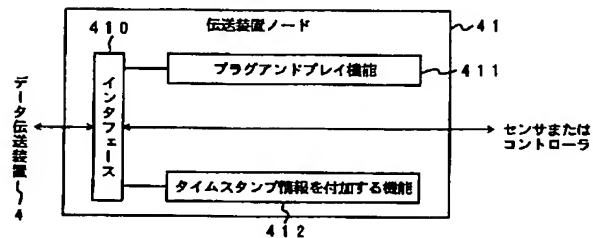
【図3】



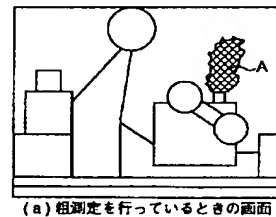
30

波数検出部、335…距離検出部、401…センサ情報、402…センサ制御指令、403…リセット信号、411…プラグアンドプレイ機能、412…タイムスタンプ情報を付加する手段機能、413…端伝送装置ノード、414…隣接する伝送装置ノード、415…他のノード、416…ノードID=0であるノード、417…ノードID=1であるノード、421…サイクルスタートパケット、422…センサ情報間の空き時間、423…サブアクションギャップ。

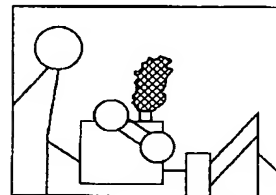
【図2】



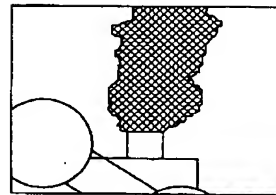
【図8】



(a) 粗測定を行っているときの画面

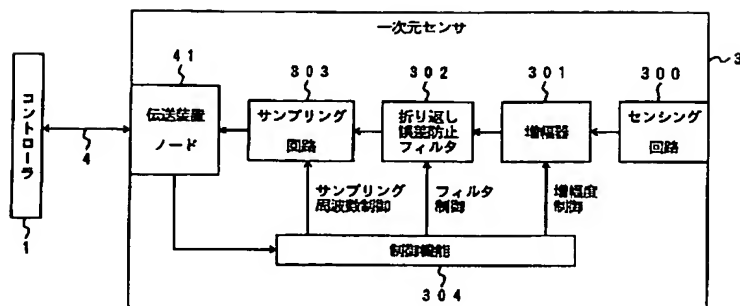


(b) パン・チルトした画面

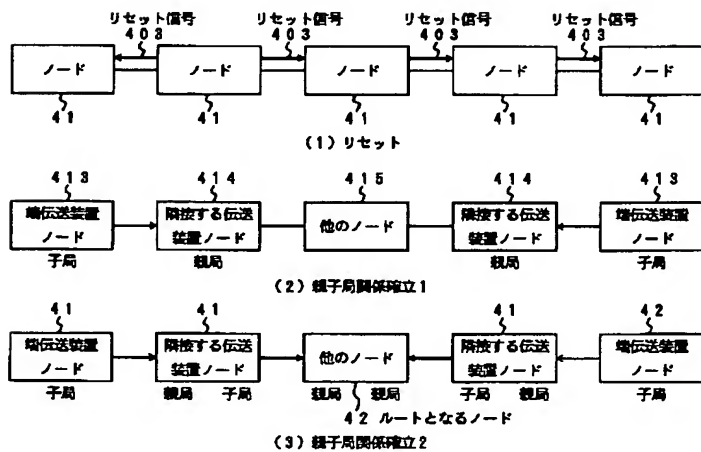


(c) ズームした詳細な画面

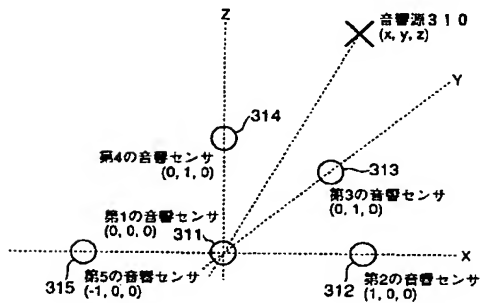
【図4】



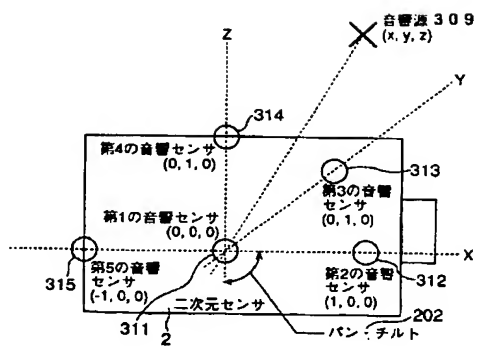
【図6】



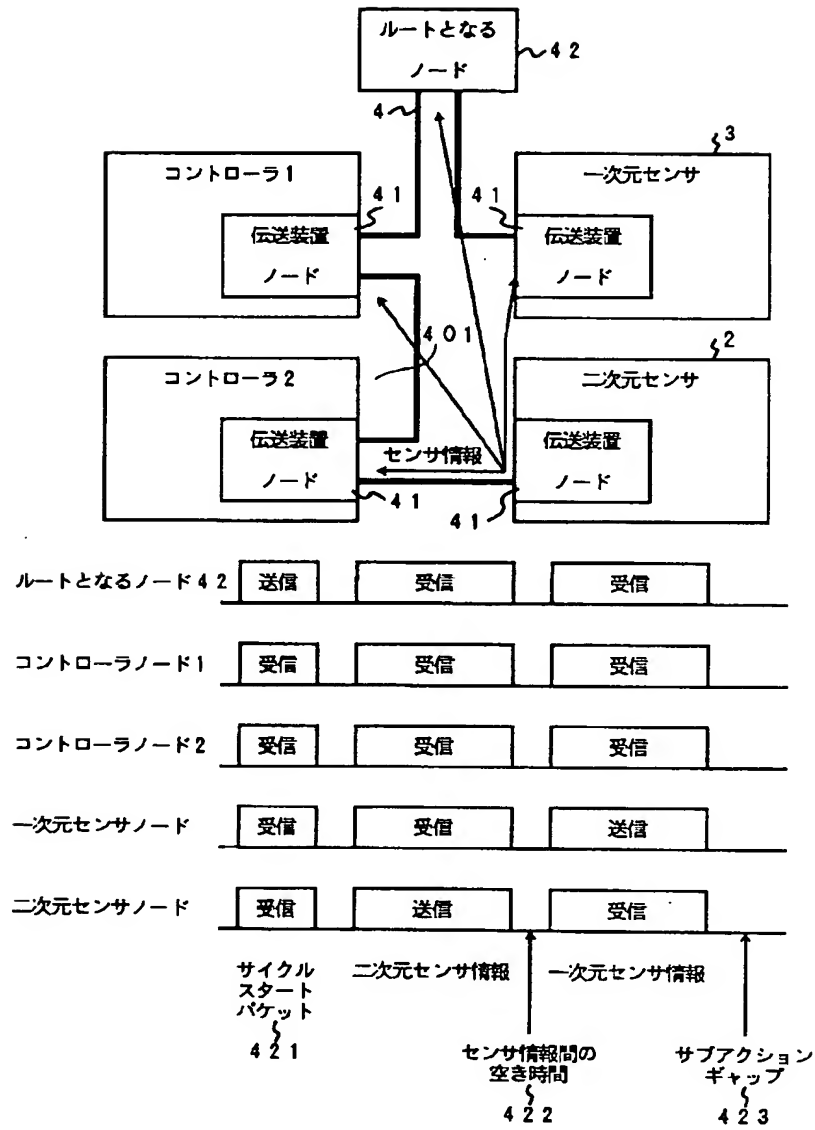
【図10】



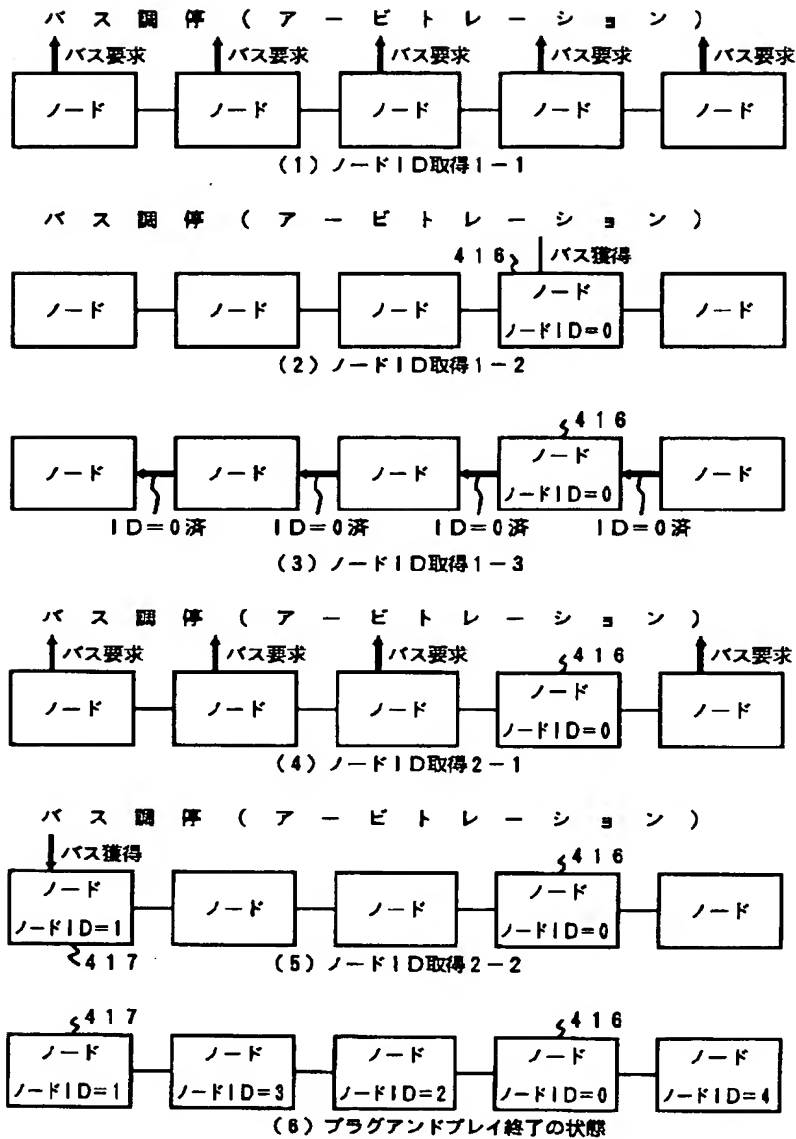
【図11】



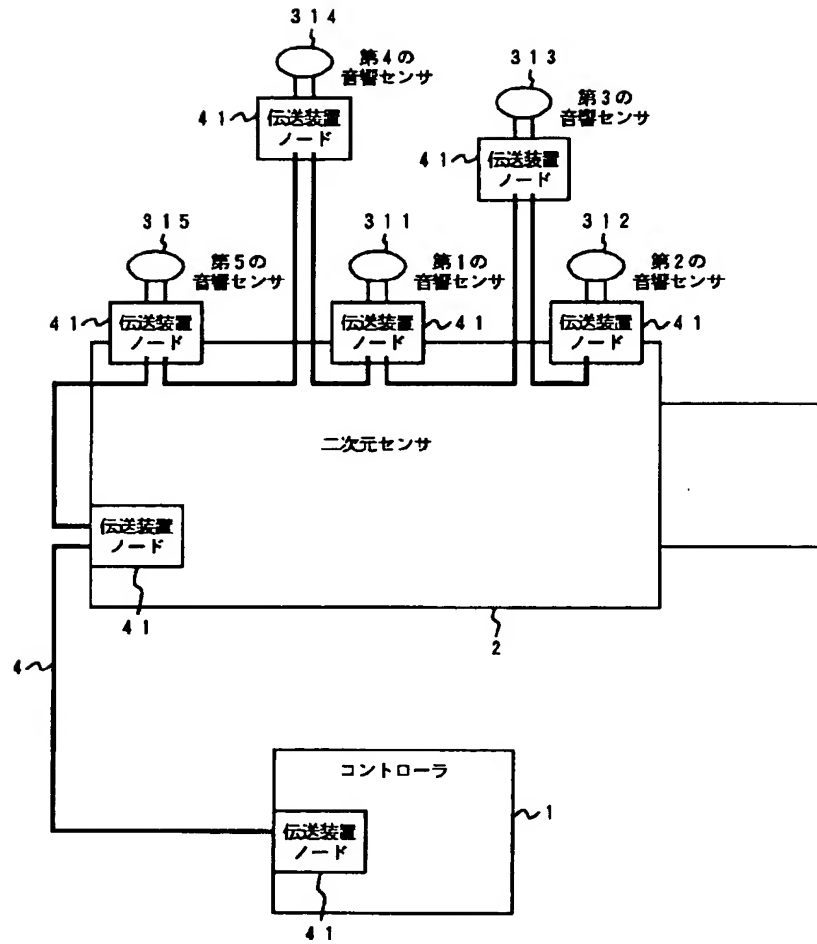
【図5】



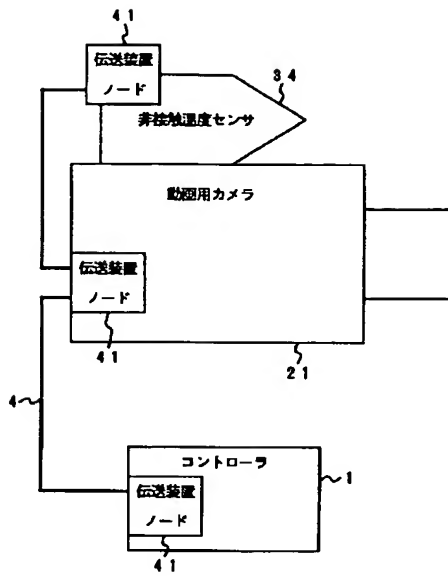
【図7】



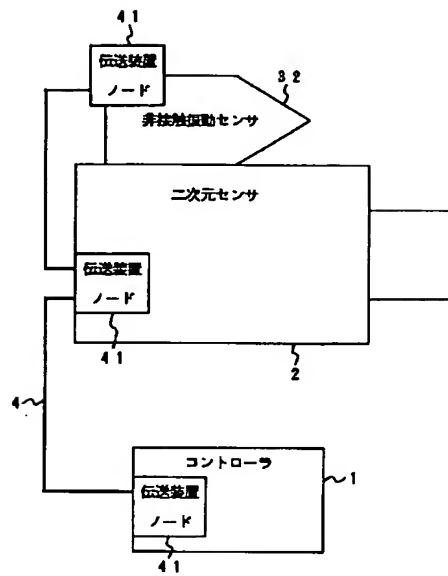
【図9】



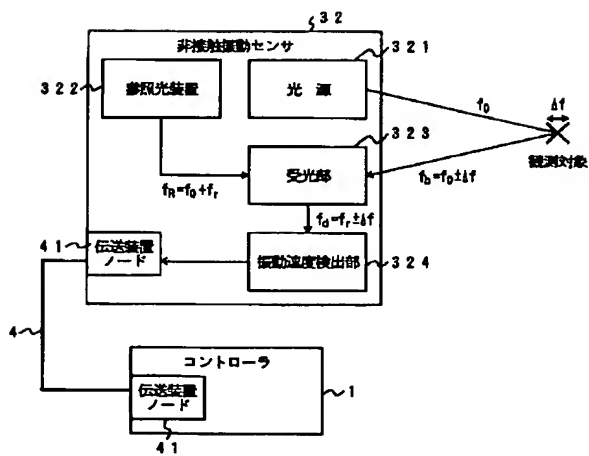
【図12】



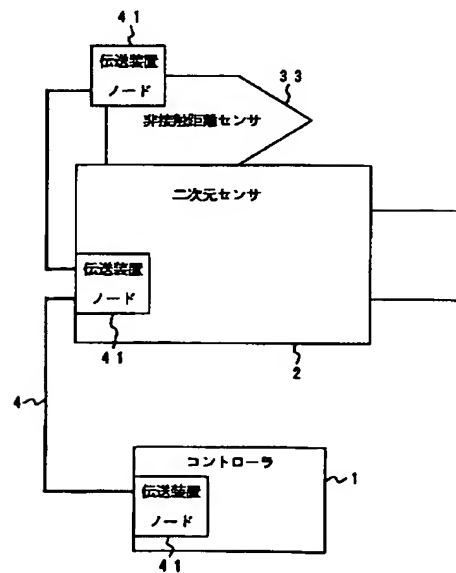
【図13】



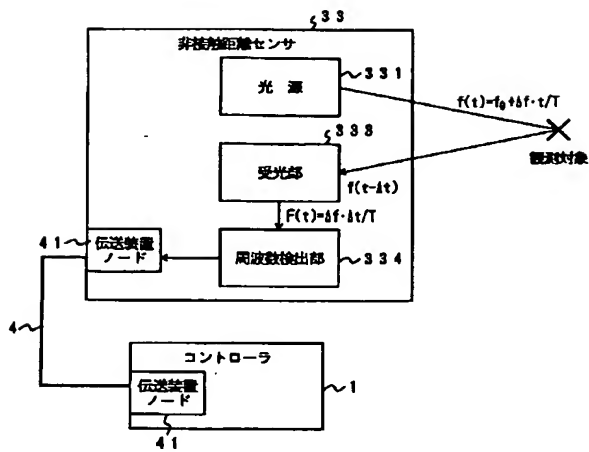
【図14】



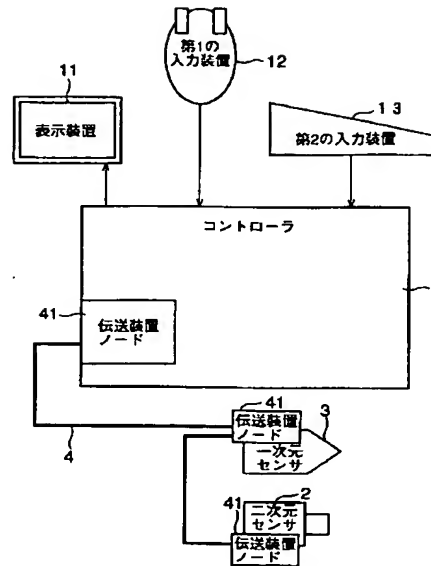
【図15】



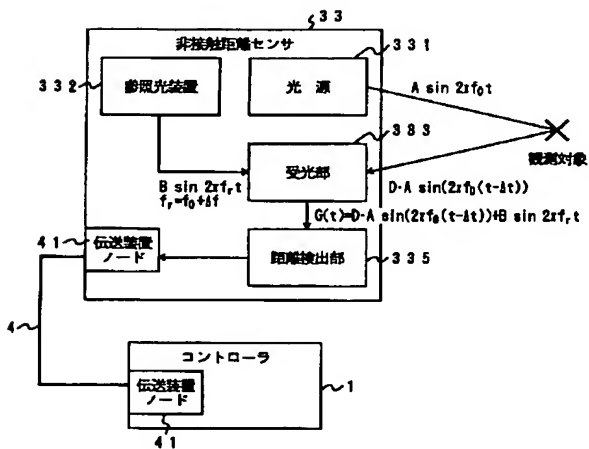
【図16】



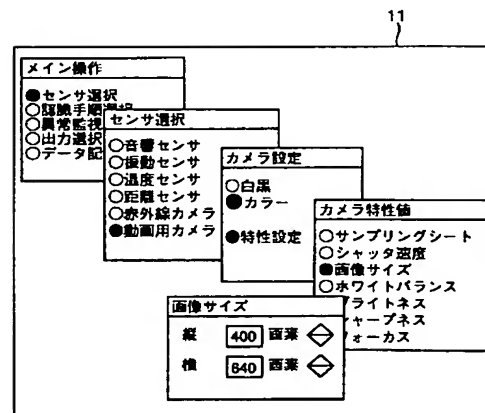
【図18】



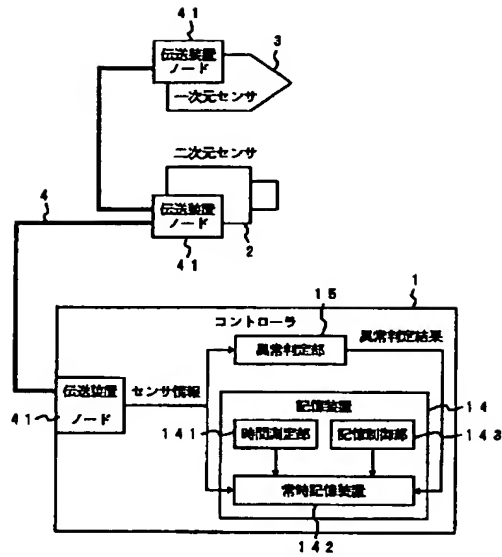
【図17】



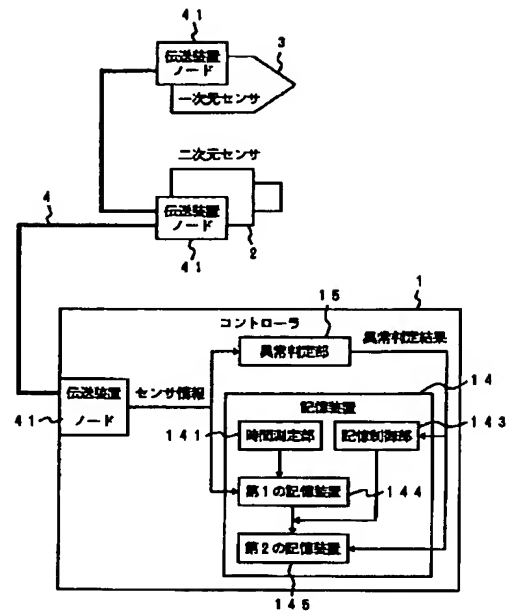
【図19】



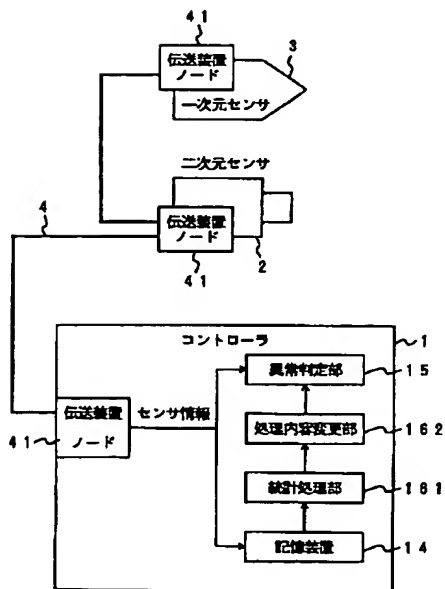
【図 20】



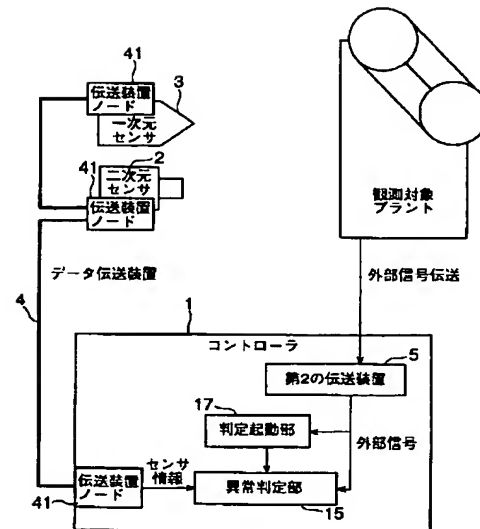
【図 21】



【図 22】



【図 23】



【図 24】

